

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-150254

(43)Date of publication of application : 02.06.1999

---

(51)Int.Cl. H01L 27/14  
H04N 5/335

---

(21)Application number : 09-332419 (71)Applicant : ASAHI OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 17.11.1997 (72)Inventor : SATO KOICHI

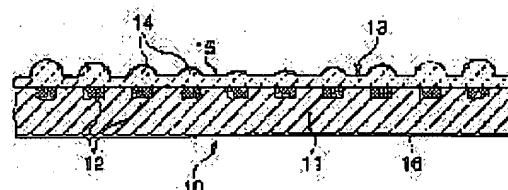
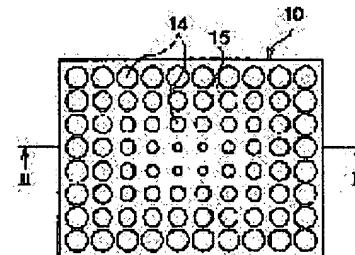
---

**(54) SOLID-STATE IMAGE-PICKUP ELEMENT**

**(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the generation of signal level drop generated at the peripheral part in an image being formed on a light reception surface of a solid-state image-pickup element.

**SOLUTION:** A solid-state image-pickup element has a semiconductor substrate 11 and a cover glass 13 laminated on the upper surface of the semiconductor substrate 11. A number of photodiodes 12 are provided on the upper surface of the semiconductor substrate 11. The cover glass 13 is provided with microlenses 14 being provided on each photodiode 12. The size of the microlens 14 as seen from an optical axis direction becomes larger toward the peripheral part from the center part of a light reception surface. Through the operation of the microlens 14, incident light to the photodiode 12 is condensed, thus preventing shading.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-150254

(43)公開日 平成11年(1999)6月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 01 L 27/14  
H 04 N 5/335

識別記号

F I

H 01 L 27/14  
H 04 N 5/335

D  
F

審査請求 未請求 請求項の数14 FD (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平9-332419

(22)出願日

平成9年(1997)11月17日

(71)出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72)発明者 佐藤 公一

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

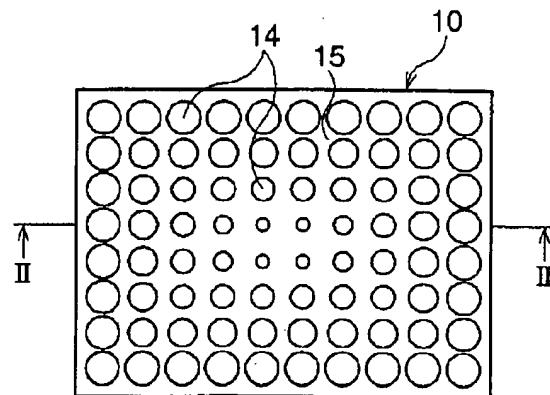
(74)代理人 弁理士 松浦 幸

(54)【発明の名称】 固体撮像素子

(57)【要約】

【課題】 固体撮像素子の受光面に結像される画像において、その周辺部に生じる信号レベルの落ち込み(シェーディング)の発生を抑える。

【解決手段】 固体撮像素子10は半導体基板11と、半導体基板11の上面に積層されたカバーガラス13とを有する。半導体基板11の上面に多数にフォトダイオード12を設ける。カバーガラス13は各フォトダイオード12上に設けられたマイクロレンズ14を有する。光軸方向から見たマイクロレンズ14の大きさは、受光面の中央部から周辺部に近づくに従い大きくなる。マイクロレンズ14の作用により、フォトダイオード12への入射光を集光し、シェーディングを防止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受光面に配置された複数のフォトダイオードと、これらのフォトダイオード上に設けられたマイクロレンズとを備え、前記マイクロレンズの光軸方向から見た大きさが、前記受光面の中央部から周辺部に近づくに従い大きくなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 前記マイクロレンズが、その周囲に形成された非レンズ面よりも突出していることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子。

【請求項3】 前記マイクロレンズの表面形状が球面の一部であることを特徴とする請求項2に記載の固体撮像素子。

【請求項4】 前記球面の曲率半径が全てのマイクロレンズに関して同じであることを特徴とする請求項3に記載の固体撮像素子。

【請求項5】 前記非レンズ面が固体撮像素子の基板に平行な平面であることを特徴とする請求項2に記載の固体撮像素子。

【請求項6】 前記非レンズ面が、固体撮像素子の基板に対して、前記受光面の中央部側が突出する傾斜面であることを特徴とする請求項2に記載の固体撮像素子。

【請求項7】 前記マイクロレンズの突出量が前記受光面の全体にわたって均一であることを特徴とする請求項2に記載の固体撮像素子。

【請求項8】 前記マイクロレンズの突出量が前記受光面の周辺部において最大であることを特徴とする請求項2に記載の固体撮像素子。

【請求項9】 前記マイクロレンズと非レンズ面を構成するカバーガラスが一体的に成形されることを特徴とする請求項2に記載の固体撮像素子。

【請求項10】 前記マイクロレンズの光軸に垂直な断面形状が円形であることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子。

【請求項11】 前記断面形状が、前記受光面の中心からの距離が大きくなるほど大きくなることを特徴とする請求項10に記載の固体撮像素子。

【請求項12】 前記マイクロレンズの先端とフォトダイオードとの距離が前記受光面の周辺部において最大であることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子。

【請求項13】 前記マイクロレンズの先端とフォトダイオードとの距離が前記受光面の全体にわたって均一であることを特徴とする請求項1に記載の固体撮像素子。

【請求項14】 受光面に配置された複数のフォトダイオードと、これらのフォトダイオード上に設けられたマイクロレンズとを備え、前記マイクロレンズの光軸方向から見た大きさが、前記受光面の周辺部の近傍において最大であることを特徴とする固体撮像素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子カメラ等に設

けられる固体撮像素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来電子カメラ等として、撮影光学系の光軸上にCCD等の固体撮像素子が設けられたものが知られている。固体撮像素子には多数のフォトダイオードが配置されており、撮影光学系によって固体撮像素子の受光面に結像された画像は、フォトダイオードによって光電変換される。電気信号に変換された画像信号は画像処理を施されて、ICカード等の記録媒体に格納され、あるいはモニタ装置に表示される。

【0003】撮影光学系から固体撮像素子に導かれる光は受光面の全体にわたって均一ではなく、撮影光学系の影響等のため、受光面上の画像には、受光面の中央部よりも周辺部において暗くなるシェーディングが発生する。このため固体撮像素子から出力された画像信号のレベルは画像の周辺部において低くなり、画像処理のひとつとして、シェーディング補正が必要となる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、固体撮像素子の受光面に結像される画像において、その周辺部に生じる信号レベルの落ち込み、すなわちシェーディングの発生を抑えることができる固体撮像素子を提供することを目的としている。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に係る第1の固体撮像素子は、受光面に配置された複数のフォトダイオードと、これらのフォトダイオード上に設けられたマイクロレンズとを備え、マイクロレンズの光軸方向から見た大きさが、受光面の中央部から周辺部に近づくに従い大きくなることを特徴としている。

【0006】マイクロレンズは例えば、その周囲に形成された非レンズ面よりも突出している。

【0007】マイクロレンズの表面形状は、例えば球面の一部である。この場合、球面の曲率半径が全てのマイクロレンズに関して同じであってもよい。非レンズ面は、固体撮像素子の基板に平行な平面であってもよいし、また固体撮像素子の基板に対して、受光面の中央部側が突出する傾斜面であってもよい。

【0008】マイクロレンズの突出量は、受光面の全体にわたって均一であってもよいし、また受光面の周辺部において最大になるように構成されてもよい。

【0009】マイクロレンズと非レンズ面を構成するカバーガラスは一体的に成形されることが好ましい。

【0010】マイクロレンズの光軸に垂直な断面形状は例えば円形である。その断面形状は受光面の中心からの距離が大きくなるほど大きくなることが好ましい。

【0011】マイクロレンズの先端とフォトダイオードとの距離は、受光面の周辺部において最大となるように定められてもよく、あるいは受光面の全体にわたって均一となるように定められてもよい。

【0012】本発明に係る第2の固体撮像素子は、受光面に配置された複数のフォトダイオードと、これらのフォトダイオード上に設けられたマイクロレンズとを備え、マイクロレンズの大きさが、受光面の周辺部の近傍において最大であることを特徴としている。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施形態である固体撮像素子10を受光面側から見た図である。図2は図1のI—I線に沿って示す断面図であり、固体撮像素子10の断面形状を誇張して示している。

【0014】固体撮像素子10は概略的に、半導体基板11の上面に多数のフォトダイオード12を配設して構成される。半導体基板11の上面にはカバーガラス13が積層される。カバーガラス13はプラスチックから一体的に成形された透明な部材であり、フォトダイオード12の位置に形成されたマイクロレンズ14と、マイクロレンズ14の周囲に形成された非レンズ面15とから成る。非レンズ面15は半導体基板11に平行な平面である。マイクロレンズ14は非レンズ面15よりも突出している。マイクロレンズ14の表面形状は球面の一部であり、マイクロレンズ14と非レンズ面15との境界\*

$$E(R) = E_0 \cdot \cos^4 \theta$$

$$= E_0 \cdot (f / (f^2 + R^2))^{1/2} \quad \dots \quad (1)$$

である。ただし $\theta$ は、距離Rだけ離れた部位とレンズLの中心を結んだ線と、光軸とのなす角である。

【0018】(1)式に示されるように結像面での単位面積当たりの受光量E(R)は、レンズLの光軸から離れるほど小さくなり、このため、固体撮像素子10の受光面の周辺部では中央部と比較して少なくなる。そこで本実施形態では、次に述べるように、受光面の周辺部におけるフォトダイオード12に入射する光量を補正すべく、マイクロレンズ14の光軸方向から見た大きさが周辺部の近傍において最大になるように定めている。

【0019】受光面の中央部におけるマイクロレンズ14aの半径を $r_0$ とし、中央部から距離Rだけ離れた部※

$$r = r_0 (1 + (R/f)^2)$$

となるように定められてもよいが、これによると、コサイン4乗則による周辺部のシェーディングの補正しか考慮されない。しかし実際には、口径触等に基づくシェーディングも存在するので、実験によってマイクロレンズの半径を定めることが好ましい。

【0021】図5は、中央部のマイクロレンズ14aと周辺部のマイクロレンズ14bを示す断面図である。上述したようにマイクロレンズ14a、14bの表面形状は球面の一部であり、その曲率半径は全てのマイクロレンズに関して同じである。またマイクロレンズの非レンズ面15からの突出量は、受光面の中央部から周辺部に向かって大きくなり、周辺部において最大である。すなわち、マイクロレンズの先端とフォトダイオード12と☆50

\*の形状、すなわちマイクロレンズ14の光軸に垂直な断面形状は円形である。なお各マイクロレンズ14の光軸同士は相互に平行である。

【0015】固体撮像素子10は受光面側から見て矩形を呈し、フォトダイオード11は格子状に配置されている。図1においてフォトダイオード11は、横方向に10個、縦方向に8個並んでいるが、実際にはもっと多数設けられている。

【0016】図2に示されるようにマイクロレンズ14の非レンズ面15からの突出量は、固体撮像素子10の中央部において相対的に小さく、周辺部ほど大きい。図示例では、周辺部近傍のマイクロレンズ14は半球状であり、その曲率中心は非レンズ面15の近傍に位置しているが、中央部に近づくほどマイクロレンズ14の曲率中心は半導体基板11の底面16側に位置している。

【0017】図3および図4を参照してマイクロレンズ14の大きさについて説明する。レンズLを結像面からその焦点距離fだけ離れた所に配置したとき、レンズLの光軸上(符号0)における結像面での単位面積当たりの受光量を $E_0$ とする。このときレンズLの光軸上から距離Rだけ離れた部位における結像面での単位面積当たりの受光量E(R)は、コサイン4乗則により、

※位に設けられたマイクロレンズ14bの半径を $r$ とすると、マイクロレンズ14a、14bの面積はそれぞれ $\pi r_0^2$ 、 $\pi r^2$ である。したがって中央部のマイクロレンズ14aにより集光される光量は $E_0 \cdot \pi r_0^2$ であり、周辺部のマイクロレンズ14bにより集光される光量は $E(R) \cdot \pi r^2$ である。

【0020】周辺部における受光量を増加させて中央部における受光量に等しくするには、

$$E(R) \cdot \pi r^2 = E_0 \cdot \pi r_0^2$$

とすればよい。したがって中央部のマイクロレンズ14aの半径 $r_0$ と周辺部のマイクロレンズ14bの半径 $r$ との関係は

$$\dots \quad (2)$$

☆の距離は受光面の周辺部において最大である。

【0022】換言すれば、球面の中心の深さ位置は、受光面の中央部のマイクロレンズ14aにおいて相対的に下方(半導体基板11の底面16側)にあり、受光面の周辺部のマイクロレンズ14bにおいて相対的に上方(非レンズ面15側)にある。このようなマイクロレンズの突出量の変化は、例えば実験結果に基づいて、シェーディングが最小になるように定められる。

【0023】以上のように第1の実施形態は、固体撮像素子10の各フォトダイオード12の上側に設けられたマイクロレンズ14の大きさが、受光面の周辺部ほど大きくなるように構成されている。これにより、周辺部のフォトダイオード12による受光量の低下が防止され、

シェーディング補正を省略することが可能となる。

【0024】第1の実施形態において、マイクロレンズの球面の中心の深さ位置は、そのマイクロレンズの受光面上における中央部からの距離Rによって異なっている。すなわち、各マイクロレンズの焦点は中央部からの距離Rによって異なっている。しかしマイクロレンズの機能は単なる集光であり、画像を結像させるものではない。したがって、各マイクロレンズ毎に焦点位置がずれていても大きな問題は生じない。

【0025】図6および図7は第2の実施形態における固体撮像素子20を示している。図6は、第1の実施形態における図2と同様な断面図であり、図7はひとつのマイクロレンズを拡大して示す断面図である。

【0026】非レンズ面25は、固体撮像素子20の半導体基板21に対して、受光面の中央部側が突出する傾斜面である。マイクロレンズ24の突出量は、受光面の中央部から周辺部に向かって大きくなり、周辺部において最大である。すなわちマイクロレンズ24の先端とフォトダイオード22との距離は受光面の全体にわたって均一である。換言すれば、マイクロレンズ24の表面の球形の中心の深さ位置は、受光面の全体にわたって同じであり、全てのマイクロレンズ24の焦点はフォトダイオード22に一致している。

【0027】その他の構成は第1の実施形態と同様であり、マイクロレンズ24の半径rは、受光面の周辺部ほど大きくなるように構成されている。なお図6においては、説明上、非レンズ面25の部分のみの形状は比較的大きな傾斜で描かれているが、実際には、中央部から周辺部へ向けて、その厚みがごく緩やかに減少していく傾斜面であり、この傾斜面による集光作用は無視できるほど小さく、マイクロレンズ24による集光作用に影響を及ぼすものではない。

【0028】したがって第2の実施形態によれば、第1の実施形態と同様な効果が得られるのに加え、各マイクロレンズ24の焦点位置が均一であるため、フォトダイオード22によって検出される画像はマイクロレンズ24によって全く影響を受けない。

【0029】図8および図9は、第3の実施形態における固体撮像素子30を示している。図8と図9は、第2の実施形態における図6と図7にそれぞれ対応する。

【0030】非レンズ面35は、固体撮像素子30の半導体基板31に平行な平面である。マイクロレンズ34の非レンズ面35からの突出量は、受光面の全体にわたって均一であり、マイクロレンズ34の先端とフォトダイオード32との距離も受光面の全体にわたって均一である。受光面の周辺部近傍のマイクロレンズ34は半球状であるが、それよりも中央部側に位置するマイクロレンズ34の側面37は光軸を軸心とする円柱面状であり、例えば(2)式に従った半径r、あるいは実験によって決定された半径rを有している。すなわち第1およ

び第2の実施形態と同様に、光軸方向から見たマイクロレンズ34の大きさは、中央部から周辺部に近づくに従い大きくなっている。

【0031】一方、マイクロレンズ34の球面の曲率中心の位置は、受光面の全体にわたって同じであり、非レンズ面35と同一の面上に位置している。すなわち、全てのマイクロレンズ34の焦点はフォトダイオード32に一致している。その他の構成は第1および第2の実施形態と同様である。

10 【0032】したがって第3の実施形態によれば、第2の実施形態と同様な効果が得られる。

【0033】図10および図11は、第4の実施形態における固体撮像素子40を示している。図10と図11は、第2の実施形態における図6と図7にそれぞれ対応する。

【0034】非レンズ面45は、固体撮像素子40の半導体基板41に平行な平面である。マイクロレンズ44の非レンズ面45からの突出量は、受光面の中央部から周辺部に向かって大きくなり、周辺部において最大である。一方フォトダイオードに関しては、第1～第3の実施形態では、非レンズ面11、21、31に平行に設けられているが、第4の実施形態では、固体撮像素子40の周辺部から中央部に近づくほど半導体基板41の底面46に近づくように配設されている。すなわち、マイクロレンズ44の先端とフォトダイオード42との距離は受光面の全体にわたって均一であり、フォトダイオード42はマイクロレンズ44の焦点位置に配置されている。換言すれば、半導体基板41とカバーガラス43の境界面47は、受光面の周辺部から中央部に近づくに従って底面41に近接するように傾斜しており、また各マイクロレンズ34の球面の曲率中心の位置は、境界面47に沿っている。

【0035】その他の構成は第1～第3の実施形態と同様であり、第4の実施形態によれば、半導体基板41とカバーガラス43の成形工程が複雑になるが、シェーディングを抑制する効果に関しては、第1～第3の実施形態と同様である。

【0036】  
【発明の効果】以上のように本発明によれば、固体撮像素子の受光面に結像される画像において、その周辺部に生じる信号レベルの落ち込み、すなわちシェーディングの発生を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】  
【図1】本発明の第1の実施形態である固体撮像素子を示す正面図である。

【図2】図1のI—I—I—I線に沿って示す断面図である。

【図3】コサイン4乗則を説明するための図である。

【図4】固体撮像素子の受光面上における各マイクロレンズの大きさの関係を示す図である。

【図5】受光面の中央部と周辺部におけるマイクロレンズの形状を示す断面図である。

【図6】第2の実施形態における固体撮像素子を示す断面図である。

【図7】第2の実施形態のマイクロレンズを拡大して示す断面図である。

【図8】第3の実施形態における固体撮像素子を示す断面図である。

【図9】第3の実施形態のマイクロレンズを拡大して示す断面図である。

【図10】第4の実施形態における固体撮像素子を示す

10

断面図である。

【図11】第4の実施形態のマイクロレンズを拡大して示す断面図である。

【符号の説明】

10 固体撮像素子

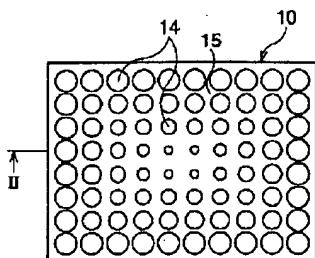
11、21、31、41 半導体基板

12、22、32、42 フォトダイオード

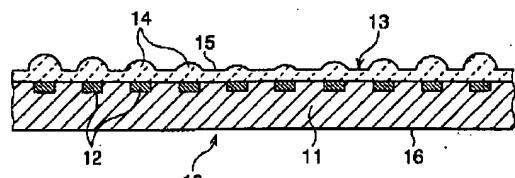
13、43 カバーガラス

14、24、34、44 マイクロレンズ

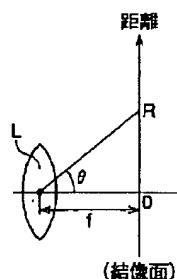
【図1】



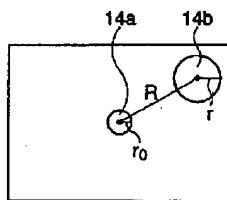
【図2】



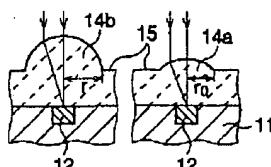
【図3】



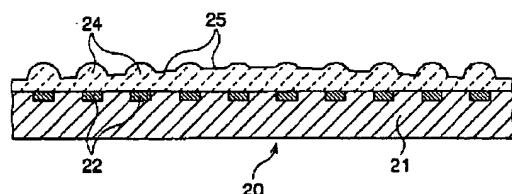
【図4】



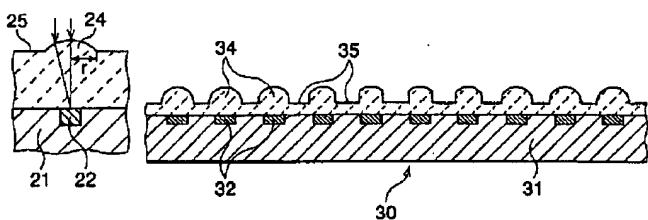
【図5】



【図6】



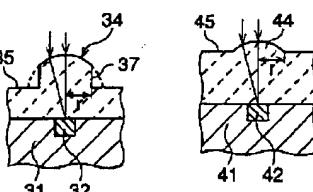
【図7】



【図8】

【図9】

【図11】



【図10】

